

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

Kikuchi et al
Filed 7/31/01
Q65610
10.61

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 7月31日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-232479

出 願 人
Applicant (s):

日本電気株式会社

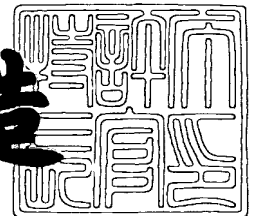
J1036 U.S. PRO
09/917873
07/31/01

#21021004
10/16/01
C. Kikuchi

2001年 4月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3028393

【書類名】 特許願

【整理番号】 81710074

【提出日】 平成12年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 06/42

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 菊地 秀雄

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 島 利幸

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100099830

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西村 征生

 【電話番号】 048-825-8201

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 038106

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9407736

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路接続構造及び光素子実装構造並びに光ファイバー実装構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路として作用するコア層の周囲をクラッド層で被覆した光導波路フィルムを複数用いて、前記コア層同士を接続して光結合させる光導波路接続構造であって

第 1 のコア層を備え該第 1 のコア層の光路方向に対して緩い傾斜を有する第 1 の断面を、前記光路方向と成す角度が略 5 度以下の緩い角度と成して、前記第 1 のコア層が前記第 1 の断面に露出されるようにした第 1 の光導波路と、

第 2 のコア層を備え、その一端部において、該第 2 のコア層が前記光路方向と成す角度が略 5 度以下に成された第 2 の断面で露出された第 2 の光導波路とを有し、

前記第 1 のコア層と前記第 2 のコア層とが両者に共通する基準面から略同一の高さ位置で、前記第 1 の断面と前記第 2 の断面とが対向して接続されていることを特徴とする光導波路接続構造。

【請求項 2】 前記第 1 の光導波路あるいは第 2 の光導波路が、光導波路フィルムで形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 3】 前記第 1 の光導波路の前記第 1 の断面及び前記第 2 の光導波路の前記第 2 の断面が、前記第 1 の光導波路の表面に垂直方向の断面で形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 4】 前記第 1 の光導波路の前記第 1 の断面及び前記第 2 の光導波路の前記第 2 の断面が、前記第 1 の光導波路の表面に垂直方向から傾斜した面で形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 5】 前記第 2 の光導波路が、前記一端部と対極にある他端部において、厚さ方向に対して斜めに切断された第 3 の断面により前記第 2 のコア層に鏡面が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 6】 前記第 1 の光導波路及び前記第 2 の光導波路がベース基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 7】 前記第 1 の光導波路がベース基板上に形成される一方、前記第 2 の光導波路が基準面板上に形成され、該基準面板に前記第 1 の光導波路を突き当てることで該基準面板を前記基準面として前記第 2 の光導波路とコア層の高さを合わせた構造を有することを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 8】 前記第 1 の光導波路が、一端部から他端部に向かう光路方向に沿った断面で前記第 1 のコア層の側面が露出されるように切断した構造を有することを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 9】 一端部の側面の前記第 1 のコア層の露出面に対向した位置で部分的に露出され、該露出部から途中部まで前記第 1 のコア層の露出面に対して所定角度だけ傾けて延在されると共に、前記途中部から他端部まで前記第 1 のコア層の露出面に対して平行に延在されるように第 3 のコア層が形成され、かつ前記他端部において厚さ方向に沿って斜めに切断されて前記第 3 のコア層に鏡面が形成されている第 3 の光導波路を有し、

前記第 1 のコア層と前記第 3 のコア層とが、該第 3 のコア層の鏡面が前記第 2 のコア層の鏡面と対向する配置関係を維持して、略同一の高さ位置で接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 10】 前記第 2 又は第 3 のコア層が前記第 1 のコア層に、第 1 乃至第 3 のコア層と略同じ屈折率を有する接着剤により接着されていることを特徴とする請求項 1 又は 9 記載の光導波路接続構造。

【請求項 11】 前記第 1 の光導波路が 2 つ用いられてそれぞれの光路方向が所定の角度を成すようにベース基板上に配置され、前記 2 つの第 1 の光導波路の前記第 1 の断面に対向する前記第 2 の断面をコア層の両端部に有する第 2 の光導波路を有し、該第 2 の光導波路のコア層が曲線を成して該コア層の光路方向を所定角度変換するようにした構造を有することを特徴とする請求項 1 記載の光導波路接続構造。

【請求項 12】 前記第 2 の光導波路に代えて、光信号を入射させかつ出射させる光導波路として作用するコア層の途中位置において、前記光信号を全反射させる鏡面が形成されている光導波路を用いることを特徴とする請求項 11 記載の光導波路接続構造。

【請求項 1 3】 光導波路接続構造を用いて組み立てられる光素子実装構造であって、

請求項 5 記載の光導波路接続構造を用い、光素子が接続された光素子基板が、前記光素子を前記第 2 の光導波路の前記第 3 の断面の前記第 2 のコア層の鏡面に対向させるように配置されていることを特徴とする光素子実装構造。

【請求項 1 4】 第 1 の光導波路が配置されたベース基板と、スペーサを介して少なくとも第 2 の光導波路が配置され、かつ、光素子が実装された光素子基板とが、前記第 1 及び第 2 の光導波路の各コア層が、該コア層の光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す断面で露出され、かつ、該各コア層の断面が前記ベース基板から同じ高さの位置で対向するように、前記第 1 の光導波路が前記光素子基板の前記スペーサの表面を基準面として突き当てられて組み立てられていることを特徴とする光素子実装構造。

【請求項 1 5】 第 1 の光導波路が配置されたベース基板と、スペーサを介して少なくとも第 2 の光導波路が配置され、かつ、光素子が実装された光素子基板とが、前記第 1 及び第 2 の光導波路の各コア層が、該コア層の光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す断面で露出され、かつ、該各コア層の断面が前記ベース基板から同じ高さの位置で対向するように、前記第 2 の光導波路が前記ベース基板の表面を基準面として突き当てられて組み立てられていることを特徴とする光素子実装構造。

【請求項 1 6】 第 1 の光導波路フィルム的一端部にコア層の断面を露出させ、該コア層の断面に光素子の光放出窓あるいは受光窓を接続して第 1 の光導波路フィルムと光素子との一体化物を作成し、前記第 1 の光導波路フィルムの他端部に、コア層の他端部を、該コア層の光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 1 の断面で露出させ、一方、少なくとも一端部のコア層が光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 2 の断面で露出された第 2 の光導波路フィルムを作成し、前記第 1 の光導波路フィルムと前記第 2 の光導波路フィルムを共にベース基板上に設置し、該ベース基板面を基準面として突き当てることで高さを合わせ、前記第 1 の断面に露出されたコア層と前記第 2 の断面に露出されたコア層とを接着したことを特徴とする光素子実装構造。

【請求項 17】 第 1 の光導波路フィルム的一端部において、該第 1 の光導波路フィルムをフィルム面に対して斜めの傾斜を有する断面を形成し、該断面に第 1 の光導波路のコア層を露出させ、該断面で該第 1 の光導波路の光路を全反射させた先の光導波路フィルム面に光素子を接続して第 1 の光導波路フィルムと光素子の一体化物を作成し、該第 1 の光導波路フィルムの他端部に、コア層の他端部を、該コア層の光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 1 の断面で露出させ、一方、少なくとも一端部のコア層が光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 2 の断面で露出された第 2 の光導波路フィルムを作成し、前記第 1 の光導波路フィルムと前記第 2 の光導波路フィルムを共にベース基板上に設置することで、前記第 1 の断面に露出されたコア層と前記第 2 の断面に露出されたコア層とを、前記ベース基板上の高さを合わせて接着したことを特徴とする光素子実装構造。

【請求項 18】 光素子がコア層に接続された第 1 の光導波路がベース基板上に配置された印刷配線基板で、前記第 1 の光導波路のコア層の他端部を該コア層の光路方向に対し略 5 度以下の角度を成す第 1 の断面を形成して露出させた印刷配線板を用意し、前記ベース基板の、第 2 の光導波路フィルムで、その一端部において、コア層が光路から略 5 度以下の緩い傾斜角を有する第 2 の断面で露出された第 2 の光導波路フィルムを用意し、該第 2 の光導波路フィルム的一端が前記印刷配線板の前記ベース基板上に、前記コア層の前記ベース基板からの高さが前記第 1 の光導波路のコア層の高さと略同一の高さに合わせて設置され、かつ、前記第 2 の光導波路フィルムの前記第 2 の断面に露出されたコア層と、前記印刷配線板の前記第 1 の断面に露出されたコア層とが接触されていることを特徴とする光素子実装構造。

【請求項 19】 前記第 2 の光導波路フィルム上に、前記第 1 の光導波路との接続部分を覆う基準面板を貼り付た構造を有し、該基準面板の面に前記第 1 の光導波路を突き当てることで、前記第 2 の光導波路フィルムのコア層の高さを前記第 1 の光導波路のコア層に合わせたことを特徴とする請求項 18 記載の光素子実装構造。

【請求項 20】 前記第 2 の光導波路フィルムが、その内部の光導波路の幅をテーパ状に広げる部分と、該テーパ状に幅を広げた部分にコア層の光路を横断

する空間部を形成し、該空間部を隔て該広げた幅のコア層を接続する部分を有し、前記空間部の形状は、前記空間部の光路を横切る間隙がコア層の光軸から垂直方向に離れるほど間隙が広がる曲面形状を成すことを特徴とする請求項 18 記載の光素子実装構造。

【請求項 21】 第 1 の光導波路フィルム的一端部において、前記第 1 の光導波路フィルムをフィルム面に対し略 5 度以下の斜めの傾斜を成す第 4 の断面を形成し、該断面に第 1 の光導波路のコア層を露出させ、前記コア層の他端部を、前記第 1 の光導波路フィルムの表面に略垂直な断面で、かつ、前記コア層の光路方向に対し略 5 度以下の角度を成す第 1 の断面を形成し、光ファイバーを、そのコア層の方向に対して略 5 度以下の斜めの傾斜で切断した断面を形成し、前記第 1 の光導波路フィルムの前記第 4 の断面にコア層の位置を合わせて接続する一方、第 2 の光導波路フィルムで少なくとも一端部のコア層がフィルム面に垂直な断面で、かつ、光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 2 の断面で露出された第 2 の光導波路フィルムを作成し、前記第 1 の光導波路フィルムと前記第 2 の光導波路フィルムを共にベース基板上に設置することで、前記第 1 の断面に露出されたコア層と前記第 2 の断面に露出されたコア層の前記ベース基板上の高さを合わせ接着されるように組み立てられていることを特徴とする光ファイバー実装構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光導波路接続構造及び光素子実装構造並びに光ファイバー実装構造に係り、詳しくは、光導波路として作用するコア層の周囲をクラッド層で被覆した光導波路フィルムを複数用いて、互いのコア層同士を接続して光結合させる光導波路接続構造及び光素子実装構造並びに光ファイバー実装構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

光を情報の伝送媒体として利用した光通信技術が広く普及してきている。このような光通信技術を実施するには、光電子基板上に発光素子、受光素子等の光素子を実装して、各光素子同士を光導波路を介して接続して光結合させた光モジュ

ールが用いられている。このような光モジュールでは、光信号を減衰させることなく光導波路上を伝送させることが要求される。また、光モジュールを組み立てるには、予め光電子基板上に光導波路を形成した光導波路接続構造を製造して、この光導波路接続構造を用いて光素子を実装することが必要になる。

【0003】

図25は、従来の光導波路接続構造を用いて光素子を実装した光素子実装構造の構成を概略的に示す平面図である。同光素子実装構造は、同図に示すように、印刷配線板等から成るベース基板（光電子基板）101上には複数の光素子102が実装されて、各光素子102間は光導波路として作用する光ファイバー103を介して接続されている。必要に応じて、光ファイバー103の途中位置には光分配器104が接続されて、各光ファイバー103間で光信号の分配が行われるように構成されている。

【0004】

上述の従来の光素子実装構造において、光ファイバー103の数は光素子102毎に少なくとも1つ以上は必要となるので、光ファイバー103の総数はかなりの数となる。したがって、多くの光素子102が必要とされる光素子実装構造では、光ファイバー103がベース基板101上に複雑に配置されようになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の光導波路接続構造及び光素子実装構造では、光素子間を光結合させる光導波路として作用する光ファイバーの配置が複雑になるので、光導波路を安定に固定するのが困難である、という問題がある。

すなわち、従来の光導波路接続構造を用いた光素子実装構造では、図25に示したように、光導波路として作用する光ファイバー103を多く必要とする場合には、光ファイバー103の固定が緩くなりがちであり、障害物に接触する等により外力が加わると、光ファイバー103が振動して破損され易くなり、光素子実装構造の信頼性が低下するようになる。このような欠点を改善するため、光ファイバーを予めベース基板に強固に固定しようとする、光ファイバーと光素子との位置合わせが複雑になって光素子の取付け作業に手間がかかるようになる。

【0006】

この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、光導波路同士の接続を簡単に高精度で行うことができるようにした光導波路接続構造及び光素子実装構造並びに光ファイバー実装構造を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、光導波路として作用するコア層の周囲をクラッド層で被覆した光導波路フィルムを複数用いて、上記コア層同士を接続して光結合させる光導波路接続構造に係り、第1のコア層を備え該第1のコア層の光路方向に対して緩い傾斜を有する第1の断面を、上記光路方向と成す角度が略5度以下の緩い角度と成して、上記第1のコア層が上記第1の断面に露出されるようにした第1の光導波路と、第2のコア層を備え、その一端部において、該第2のコア層が上記光路方向と成す角度が略5度以下に成された第2の断面で露出された第2の光導波路とを有し、上記第1のコア層と上記第2のコア層とが両者に共通する基準面から略同一の高さ位置で、上記第1の断面と上記第2の断面とが対向して接続されていることを特徴としている。

【0008】

また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の光導波路接続構造に係り、上記第1の光導波路あるいは第2の光導波路が、光導波路フィルムで形成されていることを特徴としている。

【0009】

また、請求項3記載の発明は、請求項1記載の光導波路接続構造に係り、上記第1の光導波路の上記第1の断面及び上記第2の光導波路の上記第2の断面が、上記第1の光導波路の表面に垂直方向の断面で形成されていることを特徴としている。

【0010】

また、請求項4記載の発明は、請求項1記載の光導波路接続構造に係り、上記第1の光導波路の上記第1の断面及び上記第2の光導波路の上記第2の断面が、上記第1の光導波路の表面に垂直方向から傾斜した面で形成されていることを特

徴としている。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 5 記載の発明は、請求項 1 記載の光導波路接続構造に係り、上記第 2 の光導波路が、上記一端部と対極にある他端部において、厚さ方向に対して斜めに切断された第 3 の断面により上記第 2 のコア層に鏡面が形成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 6 記載の発明は、請求項 1 記載の光導波路接続構造に係り、上記第 1 の光導波路及び上記第 2 の光導波路がベース基板上に形成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 7 記載の発明は、請求項 1 記載の光導波路接続構造に係り、上記第 1 の光導波路がベース基板上に形成される一方、上記第 2 の光導波路が基準面板上に形成され、該基準面板に上記第 1 の光導波路を突き当てることで該基準面板を上記基準面として上記第 2 の光導波路とコア層の高さを合わせた構造を有することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 8 記載の発明は、請求項 1 記載の光導波路接続構造に係り、上記第 1 の光導波路が、一端部から他端部に向かう光路方向に沿った断面で上記第 1 のコア層の側面が露出されるように切断した構造を有することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 9 記載の発明は、請求項 1 記載の光導波路接続構造に係り、一端部の側面の上記第 1 のコア層の露出面に対向した位置で部分的に露出され、該露出部から途中部まで上記第 1 のコア層の露出面に対して所定角度だけ傾けて延在されると共に、上記途中部から他端部まで上記第 1 のコア層の露出面に対して平行に延在されるように第 3 のコア層が形成され、かつ上記他端部において厚さ方向に沿って斜めに切断されて上記第 3 のコア層に鏡面が形成されている第 3 の光導波路を有し、上記第 1 のコア層と上記第 3 のコア層とが、該第 3 のコア層の鏡

面が上記第2のコア層の鏡面と対向する配置関係を維持して、略同一の高さ位置で接続されていることを特徴としている。

【0016】

また、請求項10記載の発明は、請求項1又は9記載の光導波路接続構造に係り、上記第2又は第3のコア層が上記第1のコア層に、第1乃至第3のコア層と略同じ屈折率を有する接着剤により接着されていることを特徴としている。

【0017】

また、請求項11記載の発明は、請求項1記載の光導波路接続構造に係り、上記第1の光導波路が2つ用いられてそれぞれの光路方向が所定の角度を成すようにベース基板上に配置され、上記2つの第1の光導波路の上記第1の断面に対向する上記第2の断面をコア層の両端部に有する第2の光導波路を有し、該第2の光導波路のコア層が曲線を成して該コア層の光路方向を所定角度変換するようにした構造を有することを特徴としている。

【0018】

また、請求項12記載の発明は、請求項11記載の光導波路接続構造に係り、上記第2の光導波路に代えて、光信号を入射させかつ出射させる光導波路として作用するコア層の途中位置において、上記光信号を全反射させる鏡面が形成されている光導波路を用いることを特徴としている。

【0019】

また、請求項13記載の発明は、光導波路接続構造を用いて組み立てられる光素子実装構造に係り、請求項5記載の光導波路接続構造を用い、光素子が接続された光素子基板が、上記光素子を上記第2の光導波路の上記第3の断面の上記第2のコア層の鏡面に対向させるように配置されていることを特徴としている。

【0020】

また、請求項14記載の発明は、光素子実装構造に係り、第1の光導波路が配置されたベース基板と、スペーサを介して少なくとも第2の光導波路が配置され、かつ、光素子が実装された光素子基板とが、上記第1及び第2の光導波路の各コア層が、該コア層の光路から略5度以下の緩い傾斜を成す断面で露出され、かつ、該各コア層の断面が上記ベース基板から同じ高さの位置で対向するように、

上記第 1 の光導波路が上記光素子基板の上記スペーサの表面を基準面として突き当てられて組み立てられていることを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 1 5 記載の発明は、光素子実装構造に係り、第 1 の光導波路が配置されたベース基板と、スペーサを介して少なくとも第 2 の光導波路が配置され、かつ、光素子が実装された光素子基板とが、上記第 1 及び第 2 の光導波路の各コア層が、該コア層の光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す断面で露出され、かつ、該各コア層の断面が上記ベース基板から同じ高さの位置で対向するように、上記第 2 の光導波路が上記ベース基板の表面を基準面として突き当てられて組み立てられていることを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 1 6 記載の発明は、光素子実装構造に係り、第 1 の光導波路フィルム的一端部にコア層の断面を露出させ、該コア層の断面に光素子の光放出窓あるいは受光窓を接続して第 1 の光導波路フィルムと光素子との一体化物を作成し、上記第 1 の光導波路フィルムの他端部に、コア層の他端部を、該コア層の光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 1 の断面で露出させ、一方、少なくとも一端部のコア層が光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 2 の断面で露出された第 2 の光導波路フィルムを作成し、上記第 1 の光導波路フィルムと上記第 2 の光導波路フィルムを共にベース基板上に設置し、該ベース基板面を基準面として突き当てることで高さを合わせ、上記第 1 の断面に露出されたコア層と上記第 2 の断面に露出されたコア層とを接着したことを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 1 7 記載の発明は、光素子実装構造に係り、第 1 の光導波路フィルム的一端部において、該第 1 の光導波路フィルムをフィルム面に対して斜めの傾斜を有する断面を形成し、該断面に第 1 の光導波路のコア層を露出させ、該断面で該第 1 の光導波路の光路を全反射させた先の光導波路フィルム面に光素子を接続して第 1 の光導波路フィルムと光素子の一体化物を作成し、該第 1 の光導波路フィルム他端部に、コア層の他端部を、該コア層の光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 1 の断面で露出させ、一方、少なくとも一端部のコア層が光路か

ら略5度以下の緩い傾斜を成す第2の断面で露出された第2の光導波路フィルムを作成し、上記第1の光導波路フィルムと上記第2の光導波路フィルムを共にベース基板上に設置することで、上記第1の断面に露出されたコア層と上記第2の断面に露出されたコア層とを、上記ベース基板上の高さを合わせて接着したことを特徴としている。

【0024】

また、請求項18記載の発明は、光素子実装構造に係り、光素子がコア層に接続された第1の光導波路がベース基板上に配置された印刷配線基板で、上記第1の光導波路のコア層の他端部を該コア層の光路方向に対し略5度以下の角度を成す第1の断面を形成して露出させた印刷配線板を用意し、上記ベース基板の、第2の光導波路フィルムで、その一端部において、コア層が光路から略5度以下の緩い傾斜角を有する第2の断面で露出された第2の光導波路フィルムを用意し、該第2の光導波路フィルム的一端が上記印刷配線板の上記ベース基板上に、上記コア層の上記ベース基板からの高さが上記第1の光導波路のコア層の高さと略同一の高さに合わせて設置され、かつ、上記第2の光導波路フィルムの上記第2の断面に露出されたコア層と、上記印刷配線板の上記第1の断面に露出されたコア層とが接触されていることを特徴としている。

【0025】

また、請求項19記載の発明は、光請求項18記載の素子実装構造に係り、上記第2の光導波路フィルム上に、上記第1の光導波路との接続部分を覆う基準面を貼り付けた構造を有し、該基準面を覆う面に上記第1の光導波路を突き当てることで、上記第2の光導波路フィルムのコア層の高さを上記第1の光導波路のコア層に合わせたことを特徴としている。

【0026】

また、請求項20記載の発明は、光請求項18記載の素子実装構造に係り、上記第2の光導波路フィルムが、その内部の光導波路の幅をテーパ状に広げる部分と、該テーパ状に幅を広げた部分にコア層の光路を横断する空間部を形成し、該空間部を隔て該広げた幅のコア層を接続する部分を有し、上記空間部の形状は、上記空間部の光路を横切る間隙がコア層の光軸から垂直方向に離れるほど光路を

横切る間隙が広がる曲面形状を成すことを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

また、請求項 2 1 記載の発明は、光ファイバー実装構造に係り、第 1 の光導波路フィルム的一端部において、上記第 1 の光導波路フィルムをフィルム面に対し略 5 度以下の斜めの傾斜を成す第 4 の断面を形成し、該断面に第 1 の光導波路のコア層を露出させ、上記コア層の他端部を、上記第 1 の光導波路フィルムの表面に略垂直な断面で、かつ、上記コア層の光路方向に対し略 5 度以下の角度を成す第 1 の断面を形成し、光ファイバーを、そのコア層の方向に対して略 5 度以下の斜めの傾斜で切断した断面を形成し、上記第 1 の光導波路フィルムの上記第 4 の断面にコア層の位置を合わせて接続する一方、第 2 の光導波路フィルムで少なくとも一端部のコア層がフィルム面に垂直な断面で、かつ、光路から略 5 度以下の緩い傾斜を成す第 2 の断面で露出された第 2 の光導波路フィルムを作成し、上記第 1 の光導波路フィルムと上記第 2 の光導波路フィルムを共にベース基板上に設置することで、上記第 1 の断面に露出されたコア層と上記第 2 の断面に露出されたコア層の上記ベース基板上の高さを合わせ接着されるように組み立てられていることを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。説明は、実施例を用いて具体的に行う。

◇第 1 実施例

図 1 は、この発明の第 1 実施例である光素子実装構造の構成を示す側面図、図 2 は同光素子実装構造の組み立てに用いる光導波路接続構造の構成を示す側面図、図 3 は図 2 の A - A 矢視断面図、図 4 は同光導波路接続構造における光導波路同士の結合状態を概略的に示す図、図 5 は同光導波路接続構造における光導波路結合角度と光強度との関係を示す図である。

この例の光素子実装構造 1 0 は、図 1 に示すように、予め用意された光導波路接続構造 5 を用いて、光素子基板 9 上に接続された受光素子 1 1 及び発光素子（面発光素子（VCSEL）等） 1 2 等の光素子が実装されている。

【 0 0 2 9 】

上述の光導波路接続構造 5 は、図 2 及び図 3 に示すように、例えば樹脂、セラミック等から成る共通のベース基板 4 上に接着された、第 1 の光導波路フィルム 1、第 2 の光導波路フィルム 2 及び第 3 の光導波路フィルム 3 を有し、これら第 1 ～第 3 の光導波路フィルム 1 ～ 3 のそれぞれのコア層 1 a ～ 3 a が略同一高さとなるように接続されている。

【 0 0 3 0 】

第 1 の光導波路フィルム 1 は、図 2 及び図 3 に示すように、第 1 のコア層 1 a の周囲がクラッド層 1 b で被覆され、一端部 1 A から他端部 1 B に向かう光路方向（幅方向）L に沿って第 1 のコア層 1 a の縦断面がフィルム面に垂直な断面で全光路で露出されるように、ダイヤモンドカッター等で切断されている。第 2 の光導波路フィルム 2 は、コア層 2 a の周囲がクラッド層 2 b で被覆され、一端部 2 A の側面の第 1 のコア層 1 a の露出面に対向した位置で部分的に露出され、この露出部から途中部まで第 1 のコア層 1 a の露出面に対して所定角度 $\theta 2$ だけ傾けて延在されると共に、途中部から他端部まで第 1 のコア層 1 a の露出面に対して平行に延在されるように第 2 のコア層 2 a が形成され、かつ他端部 2 B において厚さ方向（上下方向）D に沿って略 4 5 度で切断されて第 2 のコア層 2 a に鏡面 2 c が形成されている。

【 0 0 3 1 】

第 3 の光導波路フィルム 3 は、第 2 の光導波路フィルム 2 と略同様に、コア層 3 a の周囲がクラッド層 3 b で被覆され、一端部 3 A の側面の第 1 のコア層 1 a の露出面に対向した位置で部分的に露出され、この露出部から途中部まで第 1 のコア層 1 a の露出面に対して所定角度 $\theta 2$ だけ傾けて延在されると共に、途中部から他端部まで第 1 のコア層 1 a の露出面に対して平行に延在されるように第 3 のコア層 3 a が形成され、かつ他端部 3 B において厚さ方向（上下方向）D に沿って略 4 5 度で切断されて第 3 のコア層 3 a に鏡面 3 c が形成されている。

【 0 0 3 2 】

第 1 の光導波路フィルム 1 の第 1 のコア層 1 a は、厚さが $8 \sim 12 \mu\text{m}$ 、幅が $50 \sim 200 \mu\text{m}$ に形成され、そのクラッド層 1 b は、厚さが $18 \sim 22 \mu\text{m}$ に

形成されている。第2、第3の光導波路フィルム2、3の第2、第3のコア層2 a、3 aの厚さ及び幅、各クラッド層2 b、3 bの厚さも第1の光導波路フィルム1の各値と略同様に形成されている。また、各コア層1 a～3 a、各クラッド層1 b～3 bは、例えば紫外線硬化性エポキシ樹脂が用いられている。

【0033】

まず、第1の光導波路フィルム1のコア層1 aの側面の露出面に、第2の光導波路フィルム2の一端部2 Aの側面の第2のコア層2 aの露出面が、各コア層1 a、2 aと略同じ屈折率を有する接着剤により接着されて、コア層の位置のフィルム面に垂直な方向の高さが略同一の高さ位置で接続される。次に、同様にして、第1の光導波路フィルム1のコア層1 aの他の位置の露出面に、鏡面2 c、3 c同士が対向する配置関係を維持して、第3の光導波路フィルム3の一端部3 Aの側面の第3のコア層3 aの露出面が、各コア層1 a、3 aと略同じ屈折率を有する接着剤により接着されて、フィルム面に対し略同一の高さ位置で接続される。続いて、このように一体化された第1～第3の光導波路フィルム1～3は、予め配線層6、7が形成されているベース基板4上に接着されて光導波路接続構造5が完成される。

【0034】

上述のような光導波路接続構造5を構成する場合、第1のコア層1 aに対する第2及び第3のコア層2 a、3 aの接着は、幅方向では、光路方向に沿って幅広く露出している第1のコア層1 aに対して行うので、光路方向に沿ったどの位置でも接着できるため、高精度の位置合わせを要することなく行うことができる。また、厚さ方向では、略1 μ mの位置合わせ精度が必要になるが、共通のベース基板4上に第1～第3の光導波路フィルム1～3を配置することにより第1～第3のコア層1 a～3 aを略同一高さに維持して、第1のコア層1 aに対して第2、第3のコア層2 a、3 aを接着するので、容易に上記位置合わせ精度を確保して行うことができる。すなわち、第1～第3の光導波路フィルム1～3下側の面のクラッド層1 b～3 bを略1 μ m以内のバラツキで製造して、各光導波路フィルム1～3の下面を平坦なベース基板4に突き当てることにより、ベース基板を基準面として上記位置合わせ精度を確保することができる。

【 0 0 3 5 】

ここで、ベース基板面に予め配線層を形成したベース基板の上に光導波路フィルムを接着させる場合は、ベース基板の表面に配線層の厚さの凹凸が存在するので、下面のクラッド層の厚さの調整ではコア層の高さを合わせられない。この場合は、第1から第3の光導波路フィルム1～3の上側の面のクラッド層1bから3bの厚さを略1 μ m以内のバラツキで製造する。そして、第1から第3の光導波路フィルム1～3のベース基板に向ける下面には一定の厚さの接着剤を付着させ配線層付きベース基板上に設置し、その第1から第3の光導波路の上面を鏡面板に接しベース基板側と鏡面板側との両面から加圧することで、ベース基板に第1から第3の光導波路フィルムを接着させる。このようにして製造することで、ベース基板面に配線層による凹凸が存在していても、第1から第3の光導波路フィルム1～3の上面のクラッド層が鏡面板を基準面として高さを合わせられることで、結局、コア層の高さを揃え一致させ、位置合わせ精度を確保することができる。

【 0 0 3 6 】

ここで、図4及び図5を参照して、第1の光導波路フィルム1の第1のコア層1aに対する第2の光導波路フィルム2の第2のコア層2aの結合角度について説明する。図4において、第1の光導波路フィルム1の第1のコア層1aの側面（露出面）に対して、第2の光導波路フィルム2の第2のコア層2a（あるいは、第3の光導波路フィルム3の第3のコア層3a）は、角度 θ_1 と θ_2 との平均値 θ （ $= (\theta_1 + \theta_2) / 2$ ）と、コア層1aの厚みdと、光の波長 λ に依存する以下の式で表される光のエネルギー密度（I）で分岐する。なお、符号Wはコア層2aの露出面の幅を示し、符号Aはその露出面の端部を示している。

$$\Omega = (2 \times \lambda) / (\pi \times d) \quad (1)$$

$$I = \exp(-2 \times (\theta / \Omega)^2) \quad (2)$$

式（1）の Ω は、第1の光導波路フィルム1の第1のコア層1aの露出部（開口部）からの光の広がり角度を示し、一例として $d = 10 \mu\text{m}$ 、 $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$ として計算すると、 $\Omega \doteq 0.0827$ ラジアン $\doteq 4.7$ 度になる。

式（2）のIは、一例として $\theta = 2$ 度として計算すると $I \doteq 0.7$ となり、 θ

= 6 度として計算すると $I \approx 0.04$ となる。

以上の計算結果に基づいて、角度 θ （横軸）と光強度（光のエネルギー密度（ I ））（縦軸）との関係を示すと、図 5 に示すようになる。同図から明らかなように、角度 $\theta = 0$ 度を中心として、角度 θ が正負方向に増加するほど光強度は低下するようになる。

【0037】

したがって、角度 θ は、（波長 λ / コア層の幅 d ）程度の値である基準偏角（ Ω ）以上になると、光の分岐量が急速に低下する。そのため、角度 θ は基準偏角（ Ω ）以下の値に抑えることが望ましい。シングルモードの基準偏角（ Ω ）は先に計算したように 5 度程度になる。一方、マルチモードの光導波路ではコア層の幅が略 50 μm に大きくなるが、光導波路を伝送する光線の方法が多様になるため、その光の分岐量は式（1）、（2）では計算できないが、マルチモードの場合も、シングルモードの光導波路の略 5 度以下の角度 θ に抑えれば、所定の光分岐量が得られると考えられる。また、光の波長が長くなればそれに合わせて光導波路の幅 d を広げられるので、基準偏角（ Ω ）はやはり 5 度程度になる。そのため、いずれにしろ角度 θ を略 5 度以下に抑えることが望ましい。

【0038】

次に、図 1 を参照して、この例の光素子実装構造 10 について説明する。

この例の光素子実装構造 10 は、図 1 に示すように、配線層 6、7 を有するベース基板 4 上に形成された光導波路接続構造 5 を用いて、配線層 13、14 を介してそれぞれ受光素子 11 及び面発光型の発光素子 12 が接続された光素子基板 9 が、一方の光素子である受光素子 11 が第 2 の光導波路フィルム 2 の第 2 のコア層 2a の鏡面 2c に対向すると共に、他方の光素子である発光素子 12 が第 3 の光導波路フィルム 3 の第 3 のコア層 3a の鏡面 3c に対向するように配置され、それぞれバンプ 15、16 を介して実装されている。

【0039】

上述したような光素子実装構造 10 を組み立てるには、光導波路接続構造 5 が形成されているベース基板 4 の上方に光素子基板 9 を配置して、まず光素子基板 9 の受光素子 11 及び発光素子 12 をそれぞれ、ベース基板 8 上の第 2 のコア層

2 a の鏡面 2 c 及び第 3 のコア層 3 a の鏡面 3 c の直上に位置合わせする。次に、ベース基板 8 を加熱処理してバンプ 1 5、1 6 を溶融させることにより、光素子基板 9 をベース基板 8 上に固定して光素子実装構造 1 0 を完成させる。

ここで、光素子部品と光導波路の間に透明接着剤を充填して両者の空間の屈折率を光導波路の屈折率と同じにすることで、異なる屈折率の媒体の界面での光反射効果を軽減させるようにしても良い。

上述のように受光素子 1 1 及び発光素子 1 2 を位置合わせするにあたっては、ベース基板 4 上の配線層 6、7 に予め各光導波路フィルム 1 ~ 3 の設置位置の導体パターンを含む導体パターンを形成しておいて、この導体パターン間に各光導波路フィルム 1 ~ 3 をまず位置合わせし、続いて受光素子 1 1 及び発光素子 1 2 のバンプ 1 5、1 6 をその導体パターンに位置合わせする。

【0040】

ここで、光素子基板 9 の受光素子 1 1 及び発光素子 1 2 の表面にマイクロレンズを設置して、第 2 のコア層 2 a の鏡面 2 c 及び第 3 のコア層 3 a の鏡面 3 c にそれぞれ、送受光を平行に投影するようにしても良い。あるいは、第 2 のコア層 2 a の鏡面 2 c 及び第 3 のコア層 3 a の鏡面 3 c の表面にマイクロレンズを設置して、受光素子 1 1 及び発光素子 1 2 のそれぞれの送受光窓と鏡面 2 c、3 c を互いに投影するようにしても良い。このように、マイクロレンズを設置することにより、光導波路接続構造 1 0 上の第 2 及び第 3 のコア層 2 a、3 a と空間を介して光結合される受光素子 1 1 に入射される入射光、及び発光素子 1 2 から出射される出射光の広がりを防止することができるようになる。

また、各コア層 2 a、3 a の各鏡面 2 c、3 c に対して、受光素子 1 1 及び発光素子 1 2 を十分に接近させて実装できるので、光送受の損失を抑えることができる。

【0041】

上述したように、この例によれば、次のような効果を得ることができる。

第 1 に、光路方向に沿って第 1 のコア層 1 a の縦断面が露出されるように切断した第 1 の光導波路フィルム 1、第 1 のコア層 1 a の露出面に対向した位置でコア層の光路方向に対して略 5 度以下の角度 θ 度の断面で部分的に露出されるよう

に第2のコア層2 aが形成された第2の光導波路フィルム2及び第1のコア層1 aの露出面に対向した位置で部分的に露出されるように第3のコア層3 aが形成された第3の光導波路フィルム3を用意して、ベース基板4上で各コア層1 a～3 aの露出面同士を基準面に対して略同一高さに維持して接続して光導波路接続構造5を構成しているので、光導波路同士の光結合を簡単に高精度で行うことができる。

第2に、上述したように、各コア層1 a～3 aの露出面同士を略同一高さに維持して接続するので、光導波路として作用する各コア層1 a～3 aに凹凸の発生が少なくなり、外力により力を受けることが少なくなるため、光導波路が損傷することがほとんどなくなる。

第3に、上述のような光導波路接続構造5を用いて、第2及び第3の光導波路フィルム2、3の光導波路として作用する第2及び第3のコア層2 a、3 aと非接触で光送受を行うように、受光素子11、発光素子12等の光素子を実装して光素子実装構造10を組み立てるので、ベース基板4上へ光素子を容易に実装することができる。

【0042】

◇第2実施例

図6は、この発明の第2実施例である光素子実装構造の構成を示す正面図、図7は同光素子実装構造の構成を示す側面図である。この第2実施例の光素子実装構造の構成が、上述の第1実施例のそれと大きく異なるところは、光素子基板側にも光導波路フィルムを配置して、共に光導波路フィルムを配置したベース基板と光素子基板とを突き当てて光素子を実装するようにした点である。

すなわち、この例の光素子実装構造20は、図6及び図7に示すように、第1の光導波路フィルム1が接着されたベース基板4と、スペーサ18を介して第2の光導波路フィルム2及び第3の光導波路フィルム3（図示せず）が接着された光素子基板9とが、各コア層1 a、2 aがベース基板面に対する垂直面同士で対向するように、第1の光導波路フィルム1が光素子基板9のスペーサ18の表面に突き当てられるか、あるいは、第2の光導波路フィルム2がベース基板4の表面に突き当てられて組み立てられている。光素子19はスペーサ18間の光電子

基板 9 上に接続されている。

【 0 0 4 3 】

この例では、光結合させる第 1 のコア層 1 a の露出面と第 2 のコア層 2 a の露出面は、第 1 実施例と同じくコア層の光路方向から略 5 度以下の緩い傾斜の断面であるが、その露出面の接続は、接着剤により接着しても、あるいは単に押しつけにより接触させただけでも良い。各コア層 1 a ~ 3 a の露出面端部は鏡面に形成されているので、接触されているだけでも、十分な光結合を行わせることができる。特に、接触させただけの場合は、部品交換上で有利となる利点を得られる。

各光導波路フィルム 1 a ~ 3 a の厚さ方向の位置合わせのため、第 1 の光導波路フィルム 1 a の上側のクラッド層の厚さをスペーサ 1 8 の表面に接着した第 2、第 3 の光導波路フィルム 2 a、3 a の素子基板側のクラッド層の厚さを同じに形成する。スペーサ 1 8 を基準面板として、その表面に第 1 の光導波路フィルム 1 を付き当てるだけで、厚さ方向の位置合わせを容易に行うことができる。また、第 1 の光導波路フィルム 1 を接着したベース基板 4 の上面に、第 2、第 3 の光導波路フィルム 2、3 を突き当てることで、各光導波路フィルムの高さを合わせるようにしても良い。

【 0 0 4 4 】

また、第 1 の光導波路は、光導波路フィルムに限定されず、ベース基板上に直接に光導波路を構成する樹脂をスピコートして第 1 の光導波路を形成し、そのコア層を露出する。光路に対する緩い傾斜の断面はダイヤモンドカッターで形成し、また、余分な光導波路の部分は紫外線レーザによるアブレーション加工で除去しても良い。同様に、第 2 の光導波路もスピコート法で光導波路基板上に形成し、その第 2 の光導波路の各断面をダイヤモンドカッターあるいは紫外線レーザのアブレーション加工で形成しても良い。

【 0 0 4 5 】

また、この例は、第 1 の光導波路フィルム 1 が接着されたベース基板 4 と、スペーサ 1 8 を介して第 2 の光導波路フィルム 2 及び第 3 の光導波路フィルム 3 が接着された光素子基板 9 とが、各コア層が対向するように、第 1 の光導波路フィ

ルム 1 が光素子基板 9 のスペーサ 1 8 の表面に突き当てられると共に、第 2 の光導波路フィルム 2 がベース基板 4 に表面に突き当てられて組み立てられているので、ベース基板 4 上へ光素子を容易に実装することができる。

【0046】

◇第 3 実施例

図 8 は、この発明の第 3 実施例である光素子実装構造の構成を示す平面図、図 9 は図 8 の B-B 矢視断面図、図 10 は同光素子実装構造の構成を示す側面図である。この第 3 実施例の光素子実装構造の構成が、上述の第 2 実施例のそれと大きく異なるところは、光導波路フィルムのコア層を傾斜面同士で対向させるようにした点である。

すなわち、この例の光素子実装構造 2 5 は、図 8～図 10 に示すように、第 1 の光導波路フィルム 1 が接着されたベース基板 4 と、スペーサ 1 8 を介して第 2 の光導波路フィルム 2 及び第 3 の光導波路フィルム 3（図示せず）が接着された光素子基板 9 とが、各コア層 1 a、2 a が傾斜面同士で対向するように、第 1 の光導波路フィルム 1 が光素子基板 9 のスペーサ 1 8 の表面に突き当てられると共に、第 2 の光導波路フィルム 2 がベース基板 4 に表面に突き当てられて組み立てられている。

また、第 1 の光導波路フィルム 1 は、そのコア層 1 a の一端を横断面で露出させ、その断面に露出したコア層を導波路型光素子 1 9 の発光窓あるいは受光窓に向かい合わせて光結合している。

【0047】

この例では、図 9 から明らかなように、各コア層 1 a、2 a の露出面は第 1 実施例と同様に、コア層の光路方向から略 5 度以内の緩い傾斜の断面であるが、その断面はベース基板 4 面からも傾斜面を成す断面とした傾斜面同士で対向しているので、第 1 の光導波路フィルム 1 のコア層 1 a の露出面と、第 2 の光導波路フィルム 2 のコア層 2 a の露出面の面積が大きくなる。そして、上方から観察することにより、位置を確認した上で両コア層 1 a、2 a の露出面を重ね合わせて位置合わせすることができる。したがって、位置合わせ精度を確認しながら両コア層 1 a、2 a を位置合わせできるので、位置合わせ精度に余裕が生まれ、また

部品の加工精度にも余裕を持たせることができる。

その他、各光導波路フィルム 1 a ~ 3 a の厚さ方向の位置合わせについては、第 2 実施例と略同様に行うことができる。

【 0 0 4 8 】

このように、この例によっても、第 2 実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

加えて、この例によれば、各コア層の露出面を上方から観察して位置を確認しながら位置合わせを行えるので、余裕を持って正確な位置合わせを行うことができる。

【 0 0 4 9 】

◇第 4 実施例

図 1 1 は、この発明の第 4 実施例である光素子実装構造の構成を示す平面図、図 1 2 は同光素子実装構造の構成を示す正面図である。この第 4 実施例の光素子実装構造の構成が、上述の第 1 実施例のそれと大きく異なるところは、光素子をベース基板に直接に実装するようにした点である。また、この第 4 実施例では、この発明の特徴である光導波路同士をその光路方向から略 5 度以下の緩い傾斜を持たせた断面で切断してコア層を露出させ、その断面を有する光導波路フィルム同士を共通の基準面上に設置することでコア層の高さを合わせ、またその断面のコア層同士を重ねたことで光結合をとるという特徴を、より一般的な形で示している。

すなわち、この例の光素子実装構造 3 0 は、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、ベース基板 4 上の第 1 の光導波路フィルム 1 の一端部 1 A においてコア層 1 a に導波路型の光素子 1 9 が接着される一方、光路方向に沿って形成した傾斜面 2 2 の途中部 1 C においてコア層 1 a が傾斜部の方向に略 5 度以下の角度で交差し、その断面にコア層 1 a の断面を露出させる。交差する角度を略 5 度以下にすると、第 1 実施例と同様に、断面で接する他の光導波路からの分岐する光量が十分得られる効果があると共に、その断面の長さが横断面の略 1 1 倍に拡大されるので、その方向での断面同士の位置合わせの交差を、略 1 桁緩くできる効果がある。

同様に、第 2 の光導波路フィルム 2 の一端部 2 A においてコア層 2 a に導波路

型の光素子 1 9 が接着される一方、光路方向に沿って形成した傾斜面 2 3 の途中部 2 C においてコア層 2 a が傾斜部の方向に略 5 度以下の角度で交差し、その断面にコア層 2 a の断面を露出させる。そして、各コア層 1 a、2 a の露出面同士が矢印のように接着されて組み立てられている。

【 0 0 5 0 】

また、この例では、導波路型の光素子 1 9 に光導波路フィルム 2 を接着した例を図示したが、この発明では導波路型の光素子 1 9 に限定されず、光素子 1 9 が面発光素子 (VCSEL) あるいは面受光タイプの光素子 1 9 の場合は、第 2 実施例の図 7 のような構造で、ただし、スペーサ 1 8 や光素子基板 9 を除き、光導波路フィルム 2 を、そのコア層 2 a の端部で厚さ方向に沿って略 4 5 度で切断して鏡面を形成し、その鏡面の全反射により略直角方向に折り返した光路の先の光導波路フィルム 2 の表面に光素子 1 9 の発光面あるいは受光面を接着する。

【 0 0 5 1 】

このように、この例によれば、第 1 の光導波路フィルム 1 と一体化された光素子 1 9 と、第 2 の光導波路フィルム 2 と一体化された光素子 1 9 とを、ベース基板 4 上で直接に光結合させることができるので、簡単な光素子実装構造を組み立てることができる。

【 0 0 5 2 】

◇第 5 実施例

図 1 3 は、この発明の第 5 実施例である光素子実装構造に用いられる光導波路接続構造の構成を示す平面図、図 1 4 は同光導波路接続構造の構成を示す側面図である。この第 5 実施例の光導波路接続構造の構成が、上述の第 1 実施例のそれと大きく異なるところは、一対の光導波路フィルムと他の光導波路フィルムとを組み合わせ、光導波路の光路方向を略直角方向に曲げるようにした点である。

すなわち、この例の光導波路接続構造 2 8 は、図 1 3 及び図 1 4 に示すように、ベース基板 4 上に、一端部 1 A から光路方向に延在するコア層 1 a が光路方向に沿って略 5 度の緩い角度で形成した傾斜面 2 2 の途中部 1 C において、緩い傾斜角度の斜めの断面が露出されている第 1 の光導波路フィルム 1 が一対、互いに略直角にずれるように配置され、一方の第 1 の光導波路フィルム 1 に対向する第

1 直線辺 2 6 A 及び他方の第 1 の光導波路フィルム 1 に対向する第 2 直線辺 2 6 B が一体化され、一对の光導波路フィルム 1 の各傾斜面 2 2 に対応して傾斜面 2 4 が形成され、各傾斜面 2 4 の途中部 2 C においてコア層 2 a が緩い傾斜の断面が露出されている第 2 の光導波路フィルム 2 が配置されて構成されている。そして、一对の第 1 のコア層 1 a と、中間の第 2 のコア層 2 a の露出面同士を接続することにより光結合させる。

【 0 0 5 3 】

ここで、第 2 の光導波路フィルム 2 の第 2 のコア層はシングルモードの光導波路の場合は略 $10\mu\text{m}$ の幅のストリップライン形状に形成する。そして、その光路はそのコア層の幅の略 500 倍以上の半径の曲率で徐々に曲げて進路を変え、略 5mm の曲率半径で進路を変える。

【 0 0 5 4 】

この例によれば、隣接して配置されている光導波路の間で、光路方向を略直角方向に変換させる用途に適用することにより、一方の第 1 の光導波路フィルム 1 のコア層 1 a を伝播してきた光信号は第 2 の光導波路フィルム 2 のコア層 2 a の作用により、その光路方向が略直角方向に変換されて他方の第 2 の光導波路フィルム 2 のコア層 2 a に伝播される。

【 0 0 5 5 】

この場合、第 1 の光導波路フィルム 1 のコア層 1 a の露出面と、第 2 の光導波路フィルム 2 のコア層 2 a の露出面との接続は、第 1 実施例で説明した光導波路接続構造 5 の場合と略同様に行うことで、位置合わせを容易に行うことができる。すなわち、上述のコア層 1 a、2 a の露出面同士の接続は、厚さ方向では、略 $1\mu\text{m}$ の位置合わせ精度が必要になるが、第 1 のコア層 1 a の光路方向と緩い傾斜角度 ($\Delta\theta$) をなす露出面では、以下に説明するように位置合わせ精度が緩和される。

【 0 0 5 6 】

すなわち、両コア層 1 a、2 a の露出面同士を接触させる位置合わせの誤差は、その位置合わせ面内の 2 方向にのみ生じるが、各光導波路フィルム 1、2 の位置合わせは、第 1 実施例で説明したように、ベース基板 4 上に略同じ厚さの光導

波路フィルムを配置することで容易に実現できる。

また、光導波路フィルム 1、2 の切断線に沿った方向では、必要な位置合わせ精度は、 $(1/\Delta\theta)$ となる。一例として、 $\Delta\theta = 1/200$ の場合は、その方向の位置合わせ精度は略 $200\mu\text{m}$ に緩和される。この精度では、第 1 の光導波路フィルム 1 と第 2 の光導波路フィルム 2 とベース基板 4 との位置合わせは容易に実現することができる。

【0057】

このように、この例の光導波路接続構造 28 によれば、一端部 1A から光路方向に延在するコア層 1a が部分的に露出されている第 1 の光導波路フィルム 1 が一対、互いに略直角にずれるように配置され、第 1 の光導波路フィルム 1 の各傾斜面 22 に対応して傾斜面 24 が形成され、各傾斜面 24 の途中部 2C において部分的にコア層 2a が略 5 度の緩い傾斜の断面で露出されている第 2 の光導波路フィルム 2 が配置されて、各コア層 1a、2a の露出面同士が接続されるので、コア層 1a を伝播してきた光信号の光路方向を容易に略直角方向に変換することができる。

【0058】

◇第 6 実施例

図 15 は、この発明の第 6 実施例である光素子実装構造に用いられる光導波路接続構造の構成を示す平面図、図 16 は同光導波路接続構造の構成を示す側面図である。この第 6 実施例の光導波路接続構造の構成が、上述の第 5 実施例のそれと大きく異なるところは、中間の光導波路フィルムに光路を全反射して折り返す鏡面を形成して、この鏡面に入射し出射する光信号の光導波路を形成するようにした点である。

すなわち、この例の光導波路接続構造 33 は、図 15 及び図 16 に示すように、一対の第 1 の光導波路フィルム 1 の中間に配置される第 2 の光導波路フィルム 32 の、光信号を入射させかつ出射させる光導波路として作用するコア層 32a の途中位置において、光信号を全反射させる鏡面 32c が形成されている。

このように、鏡面 32c を利用して光信号を全反射させて光路方向を変換させる場合には、第 5 実施例のようにコア層を緩い半径の曲率で方向変換させる必要

がないので、第2の光導波路フィルム32の寸法を小さくすることができる。

【0059】

すなわち、第5実施例においては、損失を少なくして光信号を折り返す場合には、ストリップライン形状の光導波路フィルムをストリップライン形状の幅の略500倍以上の半径の曲率で徐々に曲げて光路を変換する必要がある。そのため、例えばシングルモードの光導波路フィルムを用いて、ストリップライン形状の幅寸法を略 $10\mu\text{m}$ とした場合には、光路方向を曲げるには略5mmの半径の曲率が必要になり、第2の光導波路フィルム2は、そのストリップライン形状の曲部を収納する寸法以上に大きくする必要があった。したがって、第5実施例では第2の光導波路フィルム2の寸法を大きくとらざるを得なかった。

この点で、この例では、中間の第2の光導波路フィルム32の途中位置に、鏡面32cを形成してこの鏡面32cを利用して光信号を全反射させて光路方向を変換させるので、第2の光導波路フィルム32の寸法は略5mm以下にすることができるため、この第2の光導波路フィルム32の寸法を小さくできる。

【0060】

このように、この例の光導波路接続構造33によれば、一对の第1の光導波路フィルム1の中間に配置される第2の光導波路フィルム32の、光信号を入射させかつ出射させる光導波路として作用するコア層32aの途中位置において、光信号を全反射させる鏡面32cを形成して、この鏡面32cを利用して光信号を全反射させて光路方向を変換させるので、第2の光導波路フィルムの寸法を大きくすること光路方向の変換を行うことができる。

【0061】

◇第7実施例

図17は、この発明の第7実施例である光素子実装構造の構成を示す平面図である。この第7実施例の光素子実装構造の構成が、上述の第1実施例のそれと大きく異なるところは、共に光素子を実装した光導波路フィルムを配置したベース基板間を、他の光導波路フィルムにより一体に接続するようにした点である。

すなわち、この例の光素子実装構造35は、図17に示すように、受光素子11及び発光素子12がコア層1aに接着された第1の光導波路フィルム1が配置

された第1のベース基板4が一对用意されると共に、第2の光導波路フィルム2が用意されて、両ベース基板4間は、第1のコア層1aの露出面と第2のコア層2aとの露出面とがコア層の光路方向から略5度以下の傾斜面で形成され、両者が位置合わせされて一体に組み立てられている。

この場合、突き当て板36により、コア層1a、2aの露出面同士を突き当てて、位置合わせを容易にすることができる。なお、位置合わせには、接着剤により接着するか、あるいは加圧して単に接触させるだけでも良い。

【0062】

ここで、第2の光導波路フィルム2の上面に予め光導波路の高さ合わせの基準面となる鏡板を貼り付けても良い。この鏡板は、第2の光導波路フィルムと接続する第1の光導波路フィルム1の接合部を覆い、第1の光導波路フィルム1の上表面にも突き当たる形状に形成する。この鏡板が基準面板となり第1の光導波路フィルム1に付き当てられることで、鏡板に貼り付られた第2の光導波路フィルム2の高さが合わせられる。

【0063】

このように、この例の光素子実装構造35によれば、光素子がコア層1aに接着された第1の光導波路フィルム1が配置された両ベース基板4間を、第2の光導波路フィルム2を用いてコア層1a、2aの露出面同士を位置合わせした一体化するようにしたので、両ベース基板4間の光導波路フィルム1の光結合を簡単にとることができる。

【0064】

◇第8実施例

図18は、この発明の第8実施例である光素子実装構造の構成を示す平面図、図19は同光素子実装構造の構成を示す側面図である。この第8実施例の光素子実装構造の構成が、上述の第7実施例のそれと大きく異なるところは、第2の光素子フィルムの内部にレンズ機能を有する空間部を設けるようにした点である。

すなわち、この例の光素子実装構造40は、図18に示すように、受光素子11及び発光素子12がコア層1aに接着された第1の光導波路フィルム1が配置された第1のベース基板4間は、内部にレンズ機能を有する空間部37が設けら

れた第2の光導波路フィルム38が用いられて、第1のコア層1aの露出面と第2のコア層2aとの露出面とがコア層の光路方向から略5度以下の傾斜面で形成され、両者が位置合わせされて一体に組み立てられている。

【0065】

第2の光導波路フィルム38のコア層38aは、内部に光速を広げるための幅広部38dが形成されている。この幅広部38dの両端位置に、通常のコア層の幅を(w_1)とすると、幅をテーパ状に広げてこれを幅広部38dの幅(w_2)にする。そのテーパ部の長さ L_t は、

$$L_t \geq w_1 \times w_2 \times \pi / (4 \times \lambda) \quad (3)$$

但し、 λ は光導波路を伝送する光の波長である。

式(3)に、一例として $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$ の場合で、通常のコア層の幅 $w_1 = 10 \mu\text{m}$ 、幅広部38dの幅 $w_2 = 100 \mu\text{m}$ として計算すると、 $L_t \geq 0.6 \text{ m}$ が得られる。

そして、テーパ部と幅広部38dの接続部に空間部37を設ける。この空間部37は間隔が $10 \sim 100 \mu\text{m}$ とし、空間の形状が円筒凹レンズ状の界面を成すように形成する。これら空間部37が成す円筒凹レンズのそれぞれの曲率半径を R_1 、 R_2 とすると、以下の式を満足する値となるように設定する。

$$\left((1/R_1) + (1/R_2) \right) = (4 \times \lambda) / \left((N-1) \times \pi \times w_1 \times w_2 \right) \quad (4)$$

但し、 N は光導波路の屈折率である。

(一般的に用いられるポリイミドの場合、 $N = 1.5$ となる)

式(4)に、一例として $N = 1.5$ 、 $w_1 = 10 \mu\text{m}$ 、 $w_2 = 100 \mu\text{m}$ として計算すると、 $\left((1/R_1) + (1/R_2) \right) = 1/0.3 \text{ mm}$ が得られる。

したがって、空間部37の両面の曲率半径 $R_1 = R_2 = 0.6$ とする解が得られる。

【0066】

上述の構成により、一方の第1の光導波路フィルム1のコア層1aから第2の光導波路フィルム38のコア層38aに矢印のように伝播した光信号は、例えば図示の左側の空間部37に達すると、この空間部37のレンズ機能により平行光

束に変換されて、幅広部 3 8 d を通じて右側の空間部 3 7 に伝播される。そして、この右側の空間部 3 7 のレンズ機能により再びもとの光束に変換されて、他方の第 1 の光導波路フィルム 1 のコア層 1 a に伝播される。

このように、光束を一度空間部 3 7 に引き出すことにより、光導波路フィルム 1、2 のコア層 1 a、2 a に異物が混入されている場合には、これらの異物の影響を避けることができるようになる。したがって、光の減衰を少なくすることができる、光伝送を高品質で行わせることができる。

【0067】

このように、この例の光素子実装構造 4 0 によれば、光素子がコア層 1 a に接着された第 1 の光導波路フィルム 1 が配置された両ベース基板 4 間を、内部にレンズ機能を有する空間部 3 7 を設けた第 2 の光導波路フィルム 3 8 を用いて、コア層 1 a、2 a の露出面同士を位置合わせして一体化するようにしたので、空間部 3 7 により光の減衰を少なくして、高品質の光伝送をわせることができる。

【0068】

◇第 9 実施例

図 2 0 は、この発明の第 9 実施例である光ファイバー実装構造の構成を示す斜視図、図 2 1 は同実装構造を示す平面図、図 2 2 は同実装構造を示す正面図、図 2 3 は同実装構造を示す側面図、図 2 4 は同実装構造を示す側面図である。

すなわち、この例の光ファイバー実装構造 4 1 は、図 2 0 ～図 2 4 に示すように、コア層 4 2 a の一端部が側面 4 2 D で露出されると共に、その他端部がフィルム表面 4 2 b と略 5 度以内の角度を成す斜面 4 2 E に露出されるように形成された光導波路フィルム 4 2 と、コア層 4 3 A の周囲がクラッド層 4 3 B で被覆され、コア層 4 3 A が露出されるように形成された斜面 4 3 C を有する光ファイバー 4 3 とが用意されて、コア層 4 2 a の斜面 4 2 E の露出面とコア層 4 3 A の斜面 4 3 C の露出面とが位置合わせされて一体に構成されている。

この場合、位置合わせは、接着剤により接着して接続することにより、光導波路フィルム付き光ファイバーを構成する。

【0069】

上述のようにして得られた光導波路フィルム付き光ファイバーは、他の光導波

路フィルムと接続することにより光結合させる。

上述のように、互いに斜面 4 2 E、4 3 C を形成してそれぞれのコア層 4 2 a、4 3 A を露出させるようにすれば、付き光ファイバーあるいは光導波路接続構造 4 1 は、各斜面 4 2 E、4 3 C の形成が高精度で加工できるので、形状の異なる光導波路フィルム 4 2 と光ファイバー 4 3 とを数 μm の精度で一体化することができる。

【0070】

このように、この例の光ファイバー実装構造 4 1 によれば、光導波路フィルム 4 2 と光ファイバー 4 3 とを用意して、互いに斜面 4 2 E、4 3 C で露出したコア層 4 2 a、4 3 A を接続して光結合させるようにしたので、容易に光導波路フィルム付き光ファイバーを形成することができる。

【0071】

以上、この発明の実施例を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更などであってもこの発明に含まれる。例えば、第 2 及び第 3 の光導波路フィルムを共に用いる例で説明したが、実装するいずれか一方の光素子が不要な場合、例えば発光素子が不要な場合は、これに対応した第 3 の光導波路フィルムを省略することができる。また、光導波路フィルムを構成する各コア層、各クラッド層の材料は、膜厚、屈折率等の所定の条件を満たすものであれば、紫外線硬化性エポキシ樹脂に限ることなく、熱硬化性樹脂、ポリイミドフィルム等の他の材料を用いるようにしても良い。また、各コア層、各クラッド層の幅、厚さ等の寸法は一例を示したものであり、必要に応じて変更することができる。

また、複数の光導波路フィルムの各コア層の露出面同士を光結合させるには、接着剤により露出面同士を接着する以外に、加圧により露出面同士を接触させるようにしても良い。

【0072】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明の光導波路接続構造及び光素子実装構造並びに光ファイバー実装構造によれば、光路方向に沿って略 5 度以下の緩やかな傾斜の

断面で第 1 のコア層が露出されるように切断した第 1 の光導波路フィルムと、一端部の側面の第 1 のコア層の露出面に対向した位置でコア層の光路から略 5 度以下の緩やかな傾斜の断面で第 2 のコア層が形成された第 2 の光導波路フィルムとを有し、第 1 のコア層と第 2 のコア層を基準面に対して略同一の高さ位置で接続するようにしたので、光伝送を行う光導波路を安定に固定することができる。

したがって、光導波路同士の光結合を簡単に高精度で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の第 1 実施例である光素子実装構造の構成を示す側面図である。

【図 2】

同光素子実装構造の組み立てに用いる光導波路接続構造の構成を示す側面図である。

【図 3】

図 1 2 A - A 矢視断面図である。

【図 4】

同光導波路接続構造における光導波路同士の結合状態を概略的に示す図である。

【図 5】

同光導波路接続構造における光導波路結合角度と光強度との関係を示す図である。

【図 6】

この発明の第 2 実施例である光素子実装構造の構成を示す正面図である。

【図 7】

同光素子実装構造の構成を示す側面図である。

【図 8】

この発明の第 3 実施例である光素子実装構造の構成を示す平面図である。

【図 9】

図 8 の B - B 矢視断面図である。

【図 1 0】

同光素子実装構造の構成を示す側面図である。

【図 1 1】

この発明の第 4 実施例である光素子実装構造の構成を示す平面図である。

【図 1 2】

同光素子実装構造の構成を示す正面図である。

【図 1 3】

この発明の第 5 実施例である光素子実装構造に用いられる光導波路接続構造の構成を示す平面図である。

【図 1 4】

同光導波路接続構造の構成を示す側面図である。

【図 1 5】

この発明の第 6 実施例である光素子実装構造に用いられる光導波路接続構造の構成を示す平面図である。

【図 1 6】

同光導波路接続構造の構成を示す側面図である。

【図 1 7】

この発明の第 7 実施例である光素子実装構造の構成を示す平面図である。

【図 1 8】

この発明の第 6 実施例であるモジュールの実装方法の構成を示す断面図である。

【図 1 9】

同光モジュールの実装方法に用いられる光導波路端子付き光素子チップ構造を示す平面図である。

【図 2 0】

この発明の第 9 実施例である光ファイバー実装構造の構成を示す斜視図である。

【図 2 1】

同光ファイバー実装構造を示す平面図である。

【図 2 2】

同光ファイバー実装構造を示す正面図である。

【図 2 3】

同光ファイバー実装構造を示す側面図である。

【図 2 4】

同光ファイバー実装構造を示す側面図である。

【図 2 5】

従来の光導波路接続構造を用いた光素子実装構造の構成を概略的に示す平面図である。

【符号の説明】

- 1、2、3、3 2、3 8、4 2 光導波路フィルム
- 1 a、2 a、3 a、3 2 a、4 2 a、4 3 A コア層
- 1 b、2 b、3 b、4 2 b、4 3 B クラッド層
- 2 c、3 c、3 2 c 鏡面
- 2 A、3 A 一端部
- 3 B、3 B 他端部
- 4 ベース基板（光電子基板）
- 5、2 8、3 3 光導波路接続構造
- 6、7、1 3、1 4 配線層
- 9 光素子基板
- 1 0、2 0、2 5、3 0、3 5、4 0 光素子実装構造
- 1 1 受光素子
- 1 2 発光素子
- 1 5、1 6 バンプ
- 1 8 スペーサ
- 1 9 光素子
- 2 2、2 3、2 4 傾斜面
- 2 6 A、2 6 B 直線辺
- 3 6 突き当て板
- 3 7 空間部

4 1 光ファイバー実装構造

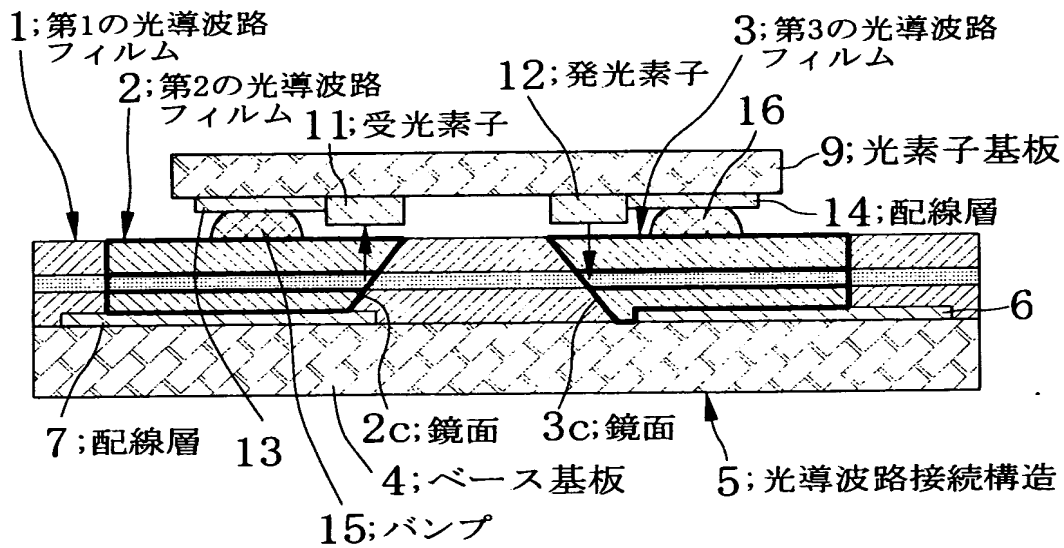
4 2 D 側面

4 2 E、4 3 C 斜面

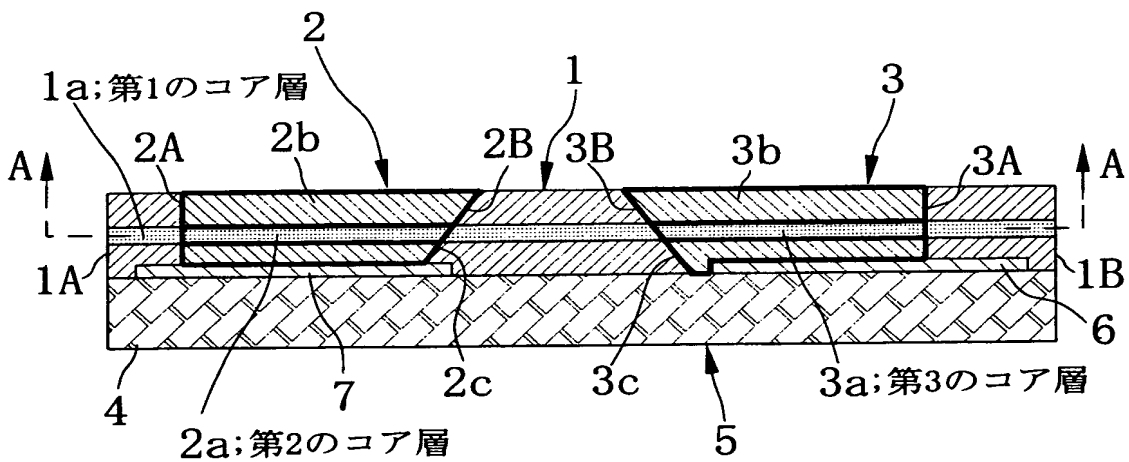
4 3 光ファイバー

【書類名】 図面

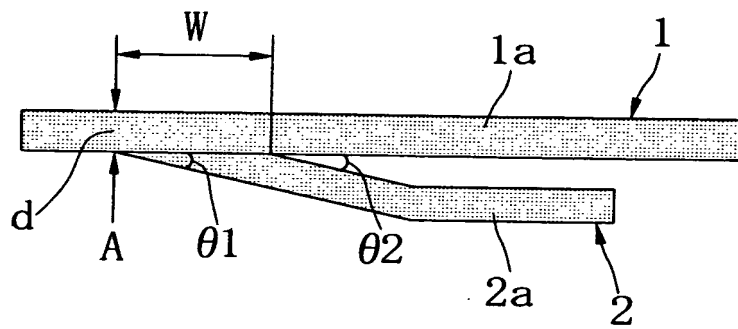
【図 1】



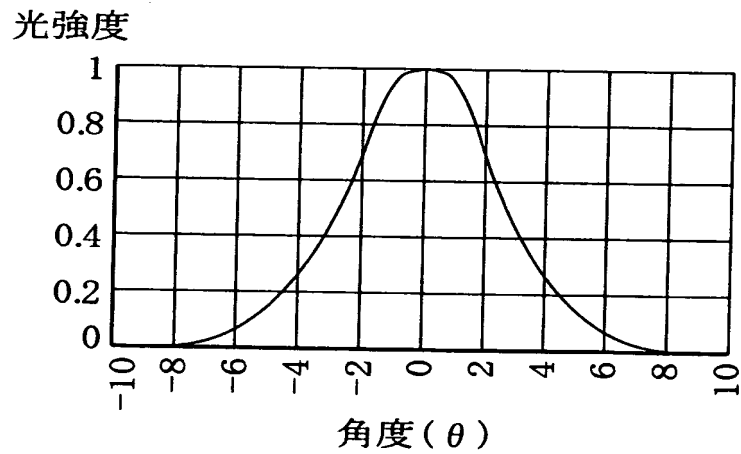
【図 2】



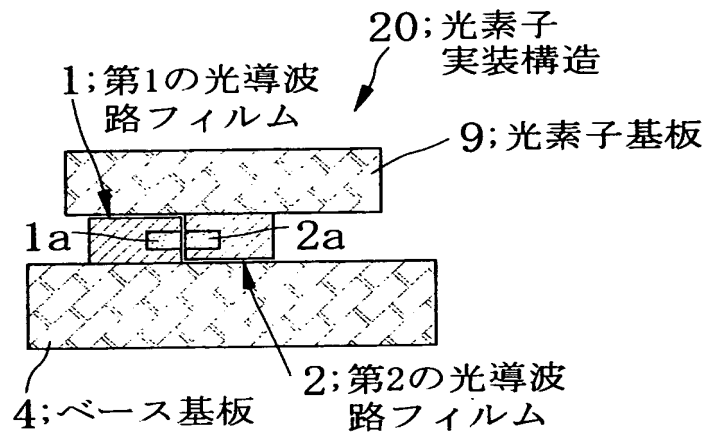
【図 4】



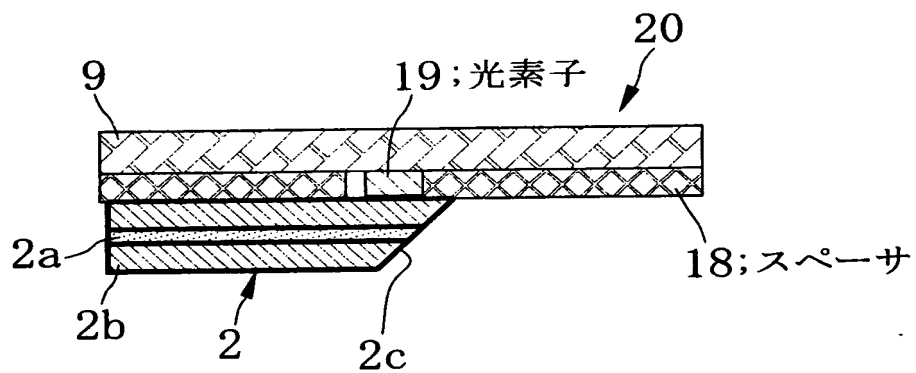
【図 5】



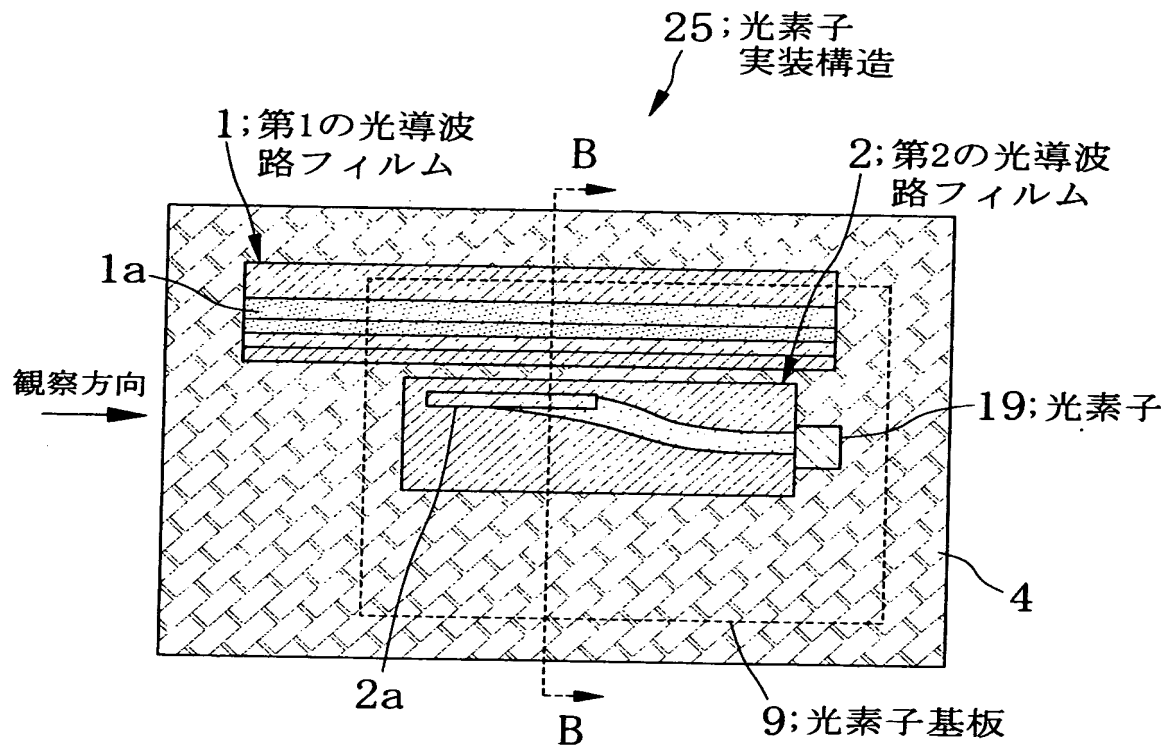
【図 6】



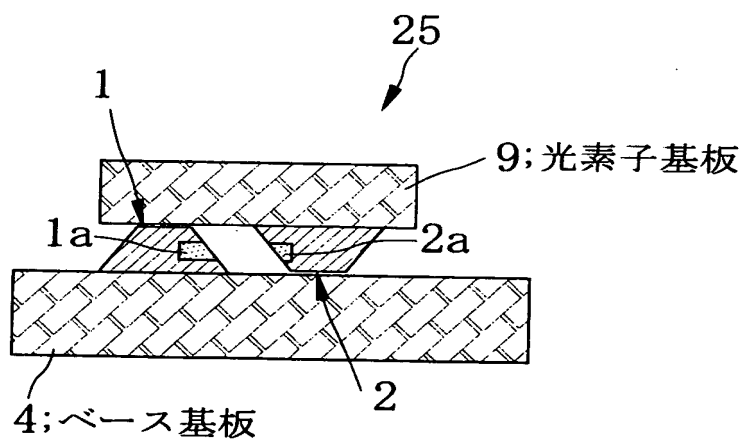
【図 7】



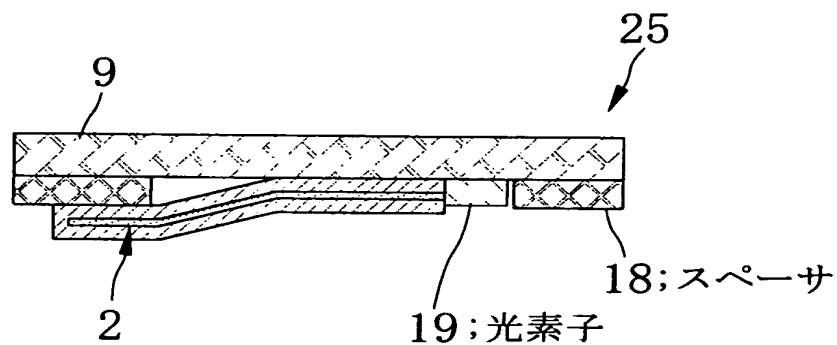
【図 8】



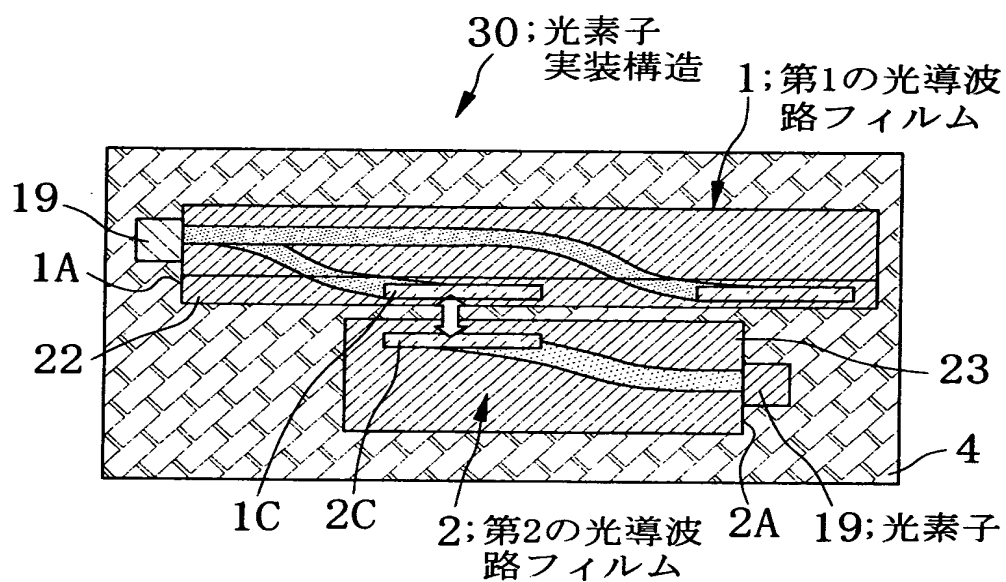
【図 9】



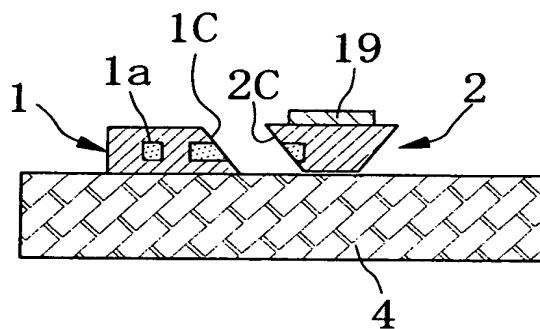
【図 1 0】



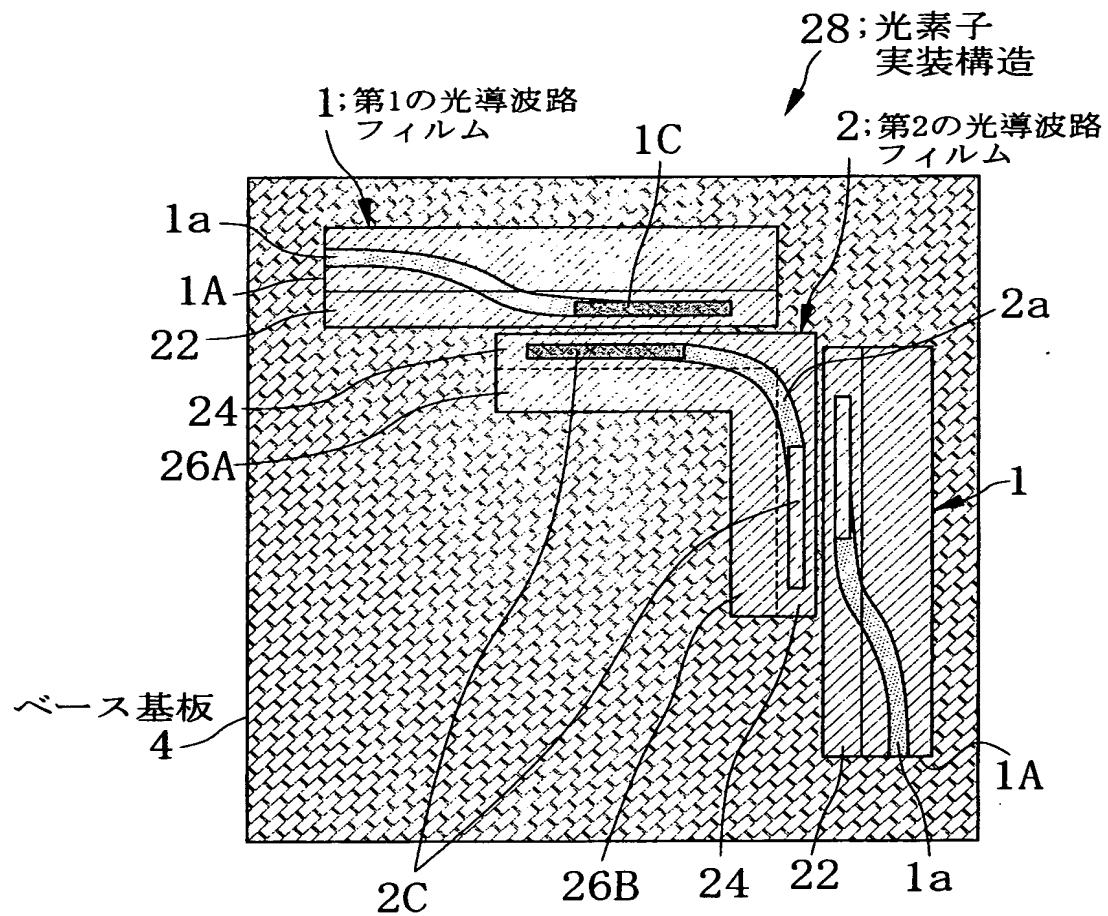
【図 1 1】



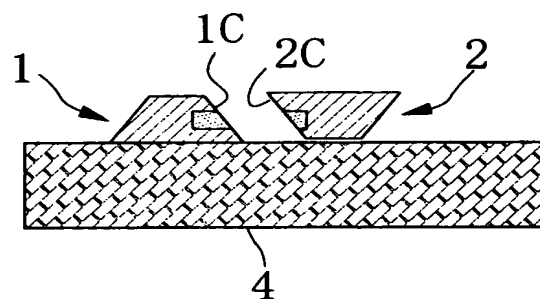
【図 1 2】



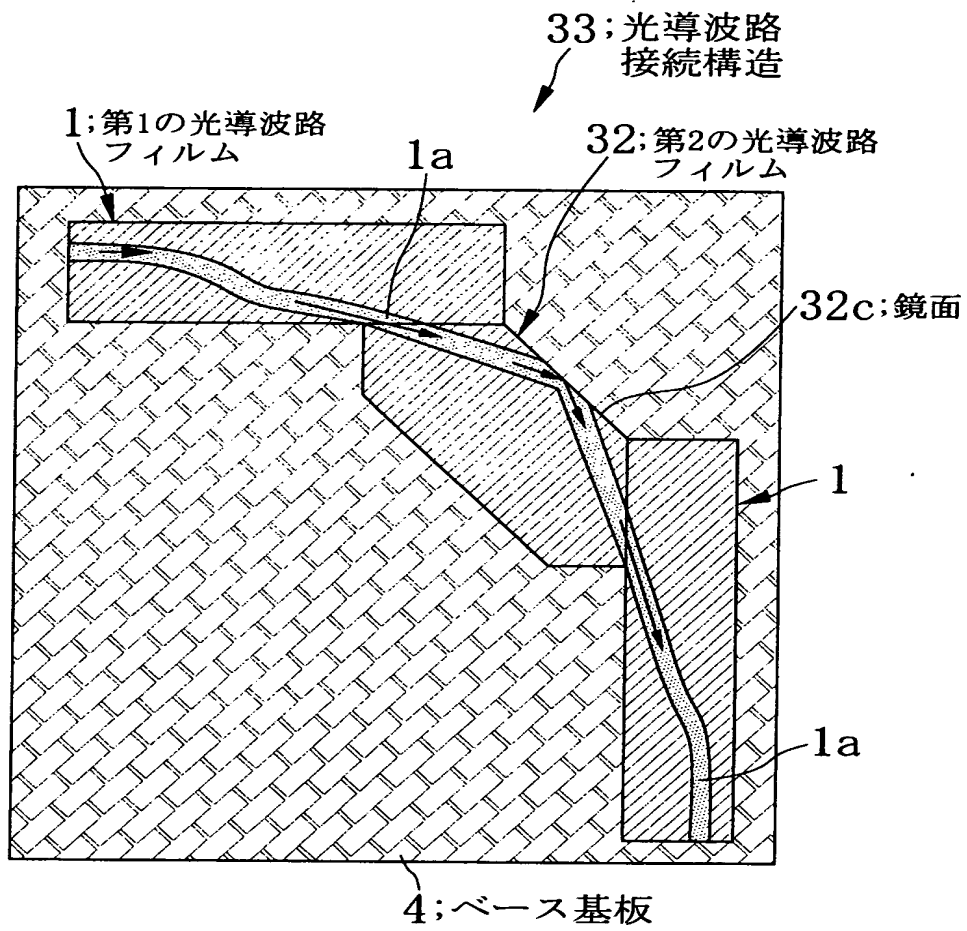
【図 1 3】



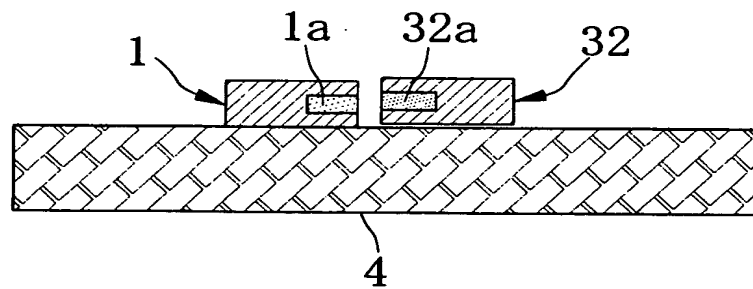
【図 1 4】



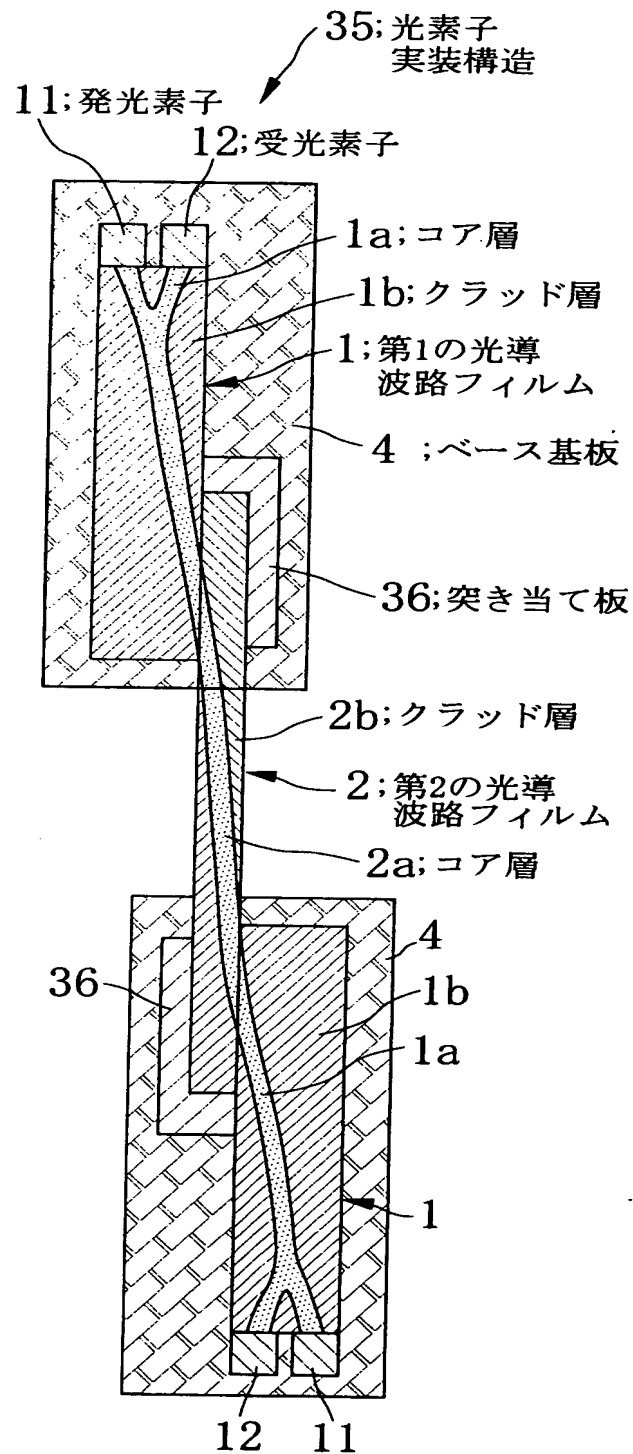
【図 1 5】



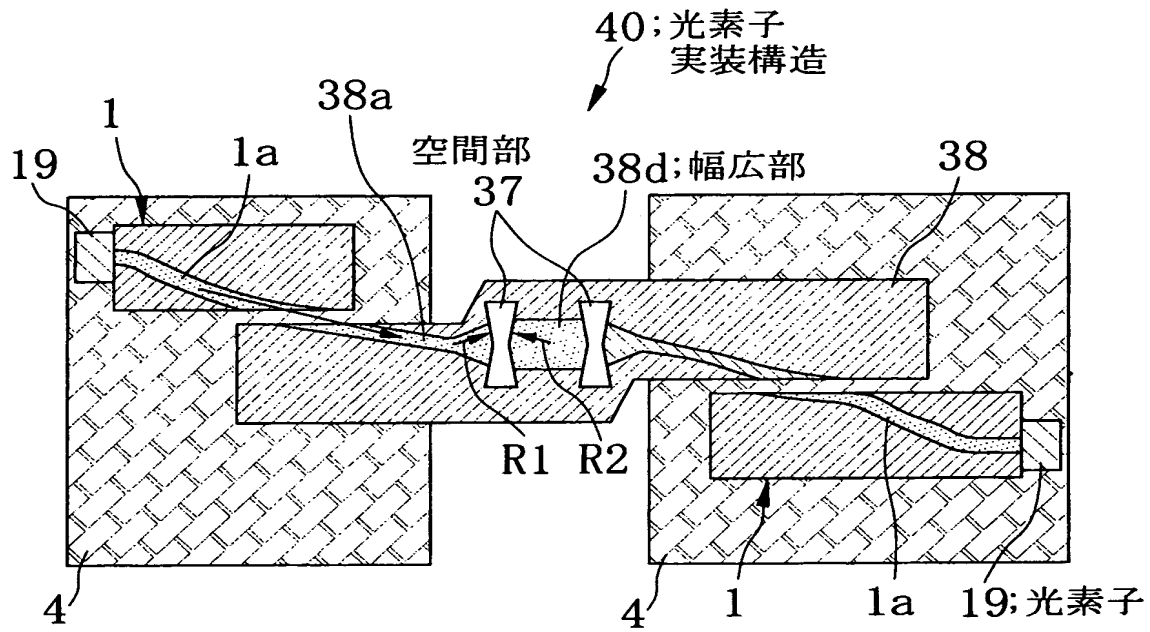
【図 1 6】



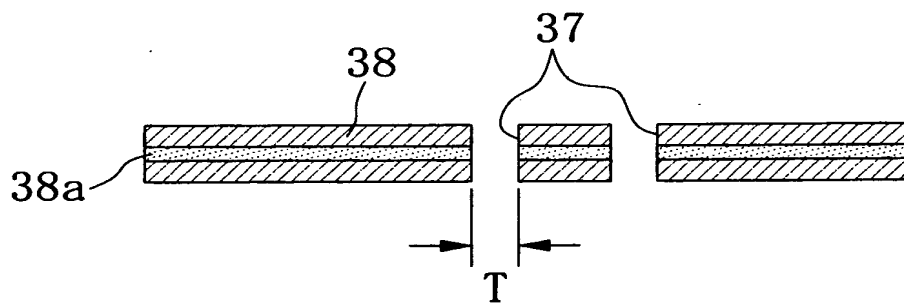
【図 1 7】



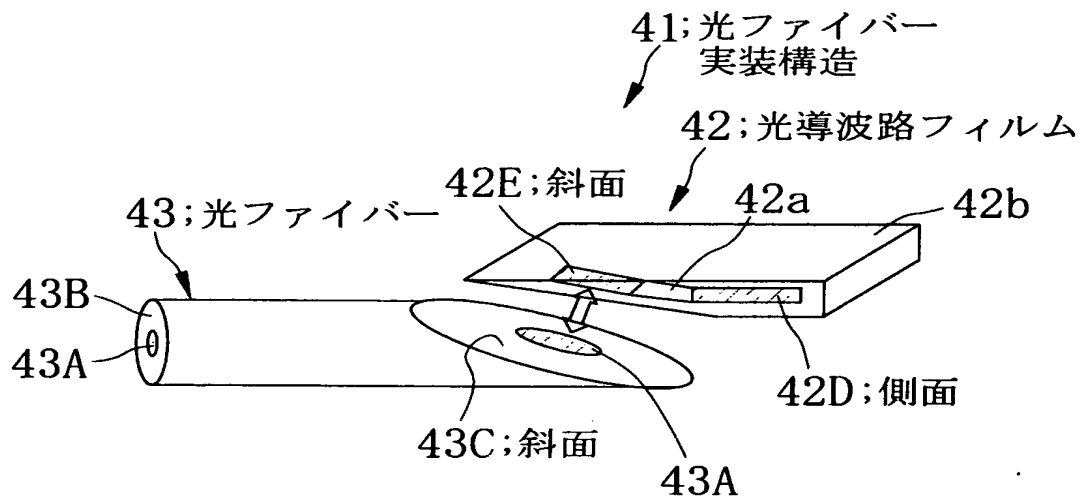
【図 1 8】



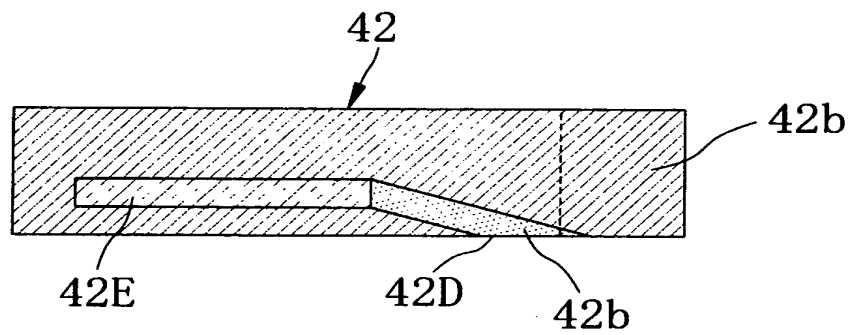
【図 1 9】



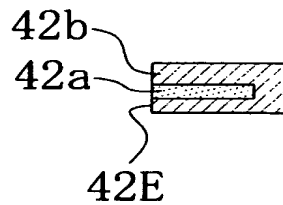
【図 2 0】



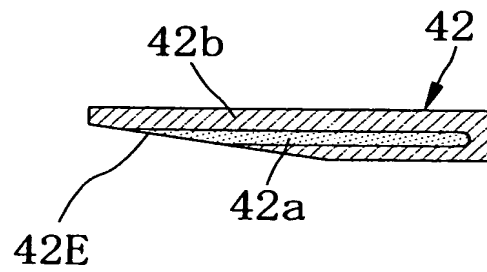
【図 2 1】



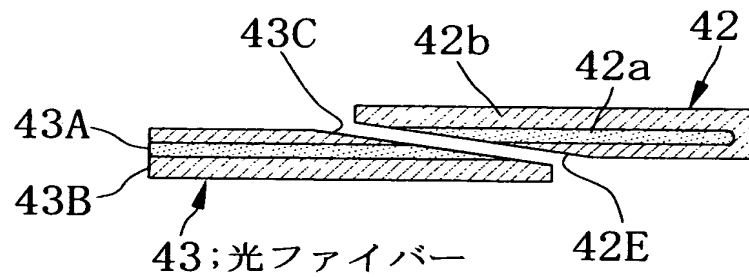
【図 2 2】



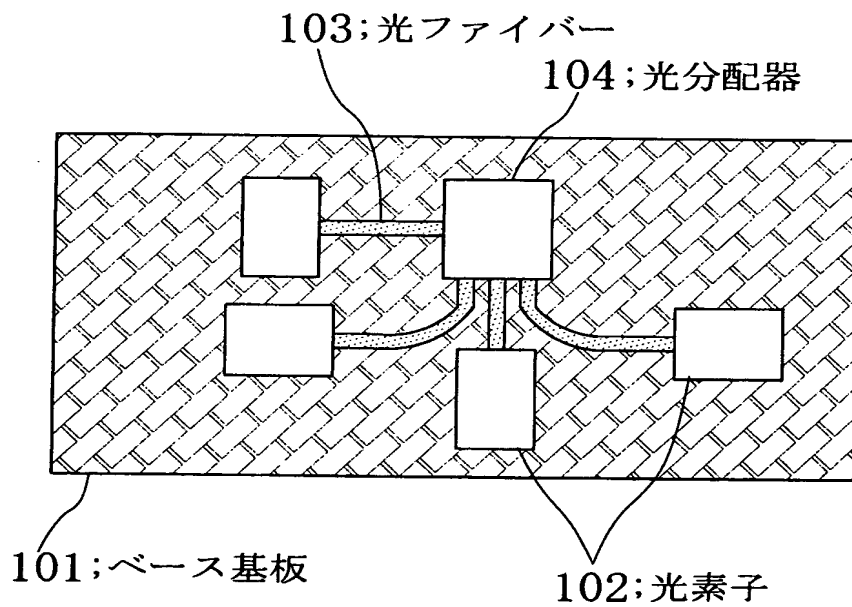
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光導波路同士の接続を簡単に高精度で行う。

【解決手段】 開示されている光導波路接続構造 5 は、光路方向に沿って略 5 度以下の緩やかな傾斜の断面で第 1 のコア層 1 a が露出されるように切断した第 1 の光導波路フィルム 1 と、一端部の側面の第 1 のコア層 1 a の露出面に対向した位置でコア層の光路から略 5 度以下の緩やかな傾斜の断面で第 2 のコア層 2 a が形成された第 2 の光導波路フィルム 2 とを有し、第 1 のコア層 1 a と第 2 のコア層 2 a を基準面に対して略同一の高さ位置で接続する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
氏 名	日本電気株式会社